

PEMANFAATAN TEPUNG CANGKANG TELUR DALAM PEMBUATAN *FLAKES* [*THE UTILIZATION OF EGGHELL FLOUR IN THE MAKING OF FLAKES*]

Lucia C. Soedirga¹, Melanie Cornelia^{2*}, dan Edwin Hadisurya³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

*Korespondensi penulis: melanie.cornelia@uph.edu

ABSTRACT

Eggshell is one of the major wastes in Indonesia due to the high consumption of chicken and duck eggs. Eggshells contain high level of calcium; thus, they have the potential to be utilize. Flakes are one of the cereal-based products that are widely used for breakfast. The result has shown that duck eggshell flour was the chosen flour with calcium of 4001.42 mg/100g, magnesium of 67.56 mg/100g, and phosphorus of 1250.55 mg/g compared to chicken eggshells. In this study, wheat flour was substituted with duck eggshell flour at various ratios (1:0, 1:1, 1:2, and 2:1). The scoring results for color, aroma, taste, and texture were 4.79 ± 0.06 , 1.99 ± 0.71 , 2.06 ± 0.92 and 5.03 ± 0.59 , respectively. Moreover, the degree of acceptance was neutral to slightly like toward color, aroma, taste, texture, and overall acceptance of flakes. Based on organoleptic test, ratio 1:1 was selected as the best ratio for making flakes with a hardness value of 8933.85 ± 357.74 , °Hue and lightness $89,09^\circ$ dan $85,87$. The best formulation of flakes had calcium of 253.93 mg/100 g, magnesium of 36.91 mg/100 g, and phosphorus of 138.35 mg/100 g, moisture of $3.61 \pm 0.05\%$, ash of $31.76 \pm 0.58\%$ of, protein of $10.81 \pm 0.06\%$, fat of $1.70 \pm 0.09\%$, and carbohydrate (by difference) of 52,12%.

Keywords: calcium, chicken eggshell flour, duck eggshell flour, flakes

ABSTRAK

Cangkang telur merupakan salah satu limbah yang cukup besar di Indonesia karena tingginya konsumsi telur ayam dan telur bebek. Cangkang telur memiliki kandungan kalsium yang tinggi sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan. *Flakes* adalah salah satu produk berbasis sereal yang banyak dimanfaatkan untuk sarapan pagi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung cangkang telur bebek merupakan tepung terpilih dengan kadar kalsium (4001,42 mg/100g), magnesium (67,56 mg/100g), dan fosfor (1250,55 mg/g). Selain itu, pada penelitian ini, tepung terigu akan disubsitusi dengan tepung cangkang telur bebek pada berbagai rasio (1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1). Hasil skoring warna ($4,79 \pm 0,06$), aroma ($1,99 \pm 0,71$), rasa ($2,06 \pm 0,92$), tekstur ($5,03 \pm 0,59$). Selain itu, tingkat kesukaan panelis terhadap *flakes* adalah netral hingga agak suka untuk atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan. Berdasarkan uji organoleptik ini, rasio 1:1 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur bebek merupakan rasio terpilih pada pembuatan *flakes*. *Flakes* terbaik ini memiliki nilai kekerasan sebesar $8933,85 \pm 357,74$, °Hue dan lightness $89,09^\circ$ dan $85,87$. *Flakes* pada formulasi terpilih memiliki kadar kalsium (253.93 mg/100 g), magnesium (36.91 mg/100 g), dan fosfor (138.35 mg/100 g), kadar air ($3,61 \pm 0,05\%$), kadar abu; ($31,76 \pm 0,58\%$), kadar protein ($10,81 \pm 0,06\%$), kadar lemak ($1,70 \pm 0,09\%$) kadar karbohidrat (by difference) (52,12%).

Kata Kunci: *flakes*, kalsium, tepung cangkang telur ayam, tepung cangkang telur bebek

PENDAHULUAN

Telur merupakan makanan berbasis hewani yang disukai oleh masyarakat karena kandungan protein yang tinggi. Ayam dan bebek merupakan unggas yang paling sering dikonsumsi oleh orang Indonesia.

Cangkang telur merupakan limbah industri rumah tangga yang kuantitasnya sangat banyak dan dapat menyebabkan polusi akibat dari aktivitas mikroba di lingkungan karena terdiri atas kalsium karbonat (CaCO_3) (Yonata *et al.*, 2017). Limbah cangkang telur dapat diolah untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan yang ramah lingkungan (Rahmawati & Nisa, 2015).

Menurut Yonata *et al.* (2017), asupan kalsium masyarakat Indonesia masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) kalsium yaitu 1000-1200 mg/hari. Menurut Iqbal dan Tahlil (2015), mengkonsumsi makanan di pagi hari merupakan hal yang penting karena dapat mengoptimalkan pertumbuhan, kesehatan, dan kecerdasan seseorang serta dapat membantu untuk memenuhi kecukupan gizi.

Flakes merupakan produk pangan dengan bahan baku sereal seperti beras, jagung, dan umbi-umbian yang berbentuk lembaran tipis dan berwarna kuning kecoklatan serta dapat disantap dengan atau tidak bersama susu (*milk*) (Permana & Putri,

2015). Dalam penelitian ini, dilakukan pembuatan *flakes* dengan memanfaatkan cangkang telur untuk dijadikan tepung.

BAHAN DAN METODE

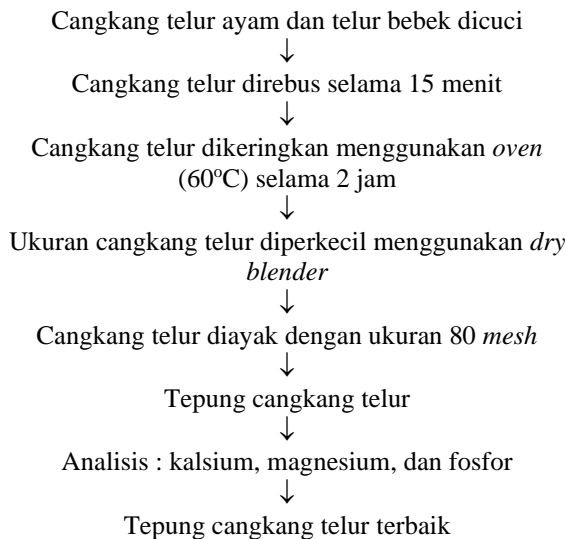
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang telur ayam dan bebek yang diperoleh dari “Martabak Bandung Jaya”, *soft wheat flour* (Segitiga Biru), susu bubuk (Frisian Flag), garam (Dolphin), gula (Gulaku), akuades, standar kalsium, standar magnesium, standar fosfor, dan *aquabides*. Alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *oven* (Bakbar), *dry blender* (Philips), *roller*, *heater*, alat-alat gelas (Iwaki Pyrex), timbangan analitik (Ohaus Pioneer), *Microwave Digestion*, dan ICP-OES.

Metode Penelitian

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah pembuatan tepung cangkang telur ayam dan telur bebek (Gambar 1). Tepung cangkang telur ayam dan bebek yang dihasilkan kemudian akan dianalisis kadar kalsium, magnesium, dan fosfor dengan menggunakan metode ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry*) (SIG, 2019) di laboratorium PT Sarawanti Indo Genetech.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan tepung cangkang telur

Penelitian Utama

Penelitian utama adalah pembuatan *flakes* dengan memanfaatkan tepung cangkang telur terbaik (Gambar 2). Perlakuan pada tahap ini yaitu perbandingan konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur terbaik dan akan dipilih sesuai analisis organoleptik (skoring dan hedonik) (Amerine *et al.*, 2013).

Flakes terpilih dianalisis lebih lanjut warna, tekstur (Meilgaard *et al.*, 2006), analisis proksimat (AOAC, 2005), kalsium, magnesium, dan fosfor (SIG, 2019).

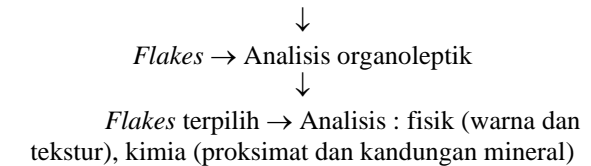
Tepung terigu : Tepung cangkang telur dengan rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1

Kedua tepung dicampurkan dengan susu bubuk (5%), gula (9%), garam (1%) dan air (30%)

Adonan diuleni sampai homogen

Adonan dipipihkan menggunakan *roller* (± 1 mm) dan dicetak menggunakan cetakan lingkaran ($d = 2.1$ cm)

Adonan dikukus selama 5 menit dan dipanggang menggunakan oven 150°C selama 15 menit



Gambar 2. Diagram alir pembuatan *flakes*

Analisis Proksimat

Analisis proksimat mengacu kepada AOAC (2005). Analisis proksimat dilakukan untuk menganalisis kandungan pada *flakes* terpilih berdasarkan hasil uji organoleptik. Analisis ini meliputi penentuan kadar air, lemak, protein, abu, dan karbohidrat (*by difference*). Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven.

Pengujian kadar air dilakukan dengan menimbang 5 g sampel dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya dan dimasukkan ke dalam oven (Memmert) pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu, cawan dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator (Duran) dan dilakukan penimbangan berat hingga mencapai berat yang konstan. Kadar air yang didapatkan dinyatakan sebagai persentase kadar air basis basah.

Pengujian lemak dilakukan dengan metode *soxhlet* menggunakan labu lemak yang telah diketahui beratnya. Sampel sebanyak 5 gram dibungkus menggunakan kertas saring yang bebas lemak dan dimasukkan ke dalam *soxhlet* menggunakan pelarut heksana (Pro-Analysis, Smart Lab)

sebanyak 150 mL dalam labu lemak. Proses ekstraksi berdurasi 3 jam dan setelah itu labu lemak yang berisi ekstrak lemak dan pelarut akan diuapkan dengan alat *rotary evaporator* ((R-210/215, Büchi) untuk menghilangkan pelarutnya. Hasil dari proses penghilangan pelarut akan dikeringkan dalam *oven* dan ditimbang hingga mencapai berat konstan.

Pengujian kadar protein dengan menimbang 5 g sampel ke dalam *digestion flask* Kjeldahl (Buchi SpeedDigester K-425 dan Buchi Scrubber K-415). 5 g Selenium (Merck) dan 200 mL H₂SO₄ pekat (Pro-Analysis, Smart Lab), ditambahkan ke dalam labu yang berisi sampel. Preparasi terhadap blanko juga dilakukan tanpa adanya penambahan sampel. Labu kemudian dipanaskan dengan cepat hingga larutan menjadi jernih. Setelah itu, didinginkan dan ditambahkan 50 ml NaOH 35% (Pro-Analysis, Merck). Proses distilasi kemudian dilanjutkan dengan menggunakan alat destilasi Kjeldahl (Buchi K-355). Hasil distilasi kemudian ditampung pada Erlenmeyer yang sudah berisi 25 mL larutan H₃BO₃ 4% (Pro-Analysis, Merck) dan 5 tetes *mixed indicator*. Setelah itu, hasil distilasi akan dilanjutkan dengan proses titrasi dilakukan proses titrasi menggunakan larutan HCl 0,2 N (Pro-analysis, Smart Lab) hingga warna larutan menjadi merah muda. Proses titrasi dilakukan dengan

menggunakan *automatic titrator* (TitroLine Schott Instruments).

Pengujian kadar abu dilakukan berdasarkan metode Gravimetri. Pengujian kadar abu menggunakan krusibel yang dipanaskan dalam tanur (Thermolyne 48000) pada suhu 550°C. 2 g sampel dimasukkan ke dalam krusibel yang sudah konstan lalu dipanaskan dalam tanur pada suhu 550°C selama 24 jam kemudian suhu akan diturunkan hingga mencapai suhu 40°C. Krusibel yang berisi sampel tersebut akan dikeluarkan dari tanur dan dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan selama 15 menit yang nantinya akan ditimbang hingga mencapai berat konstan.

Analisis Warna

Analisis warna dilakukan berdasarkan Gaurav (2003) dengan menggunakan *Chromameter* (Konica Minolta). Analisis warna dilakukan untuk mendapatkan nilai untuk L*, a*, dan b*.

Analisis Tekstur

Pengujian terhadap tekstur menggunakan alat *Texture Profile Analysis* (Meilgaard *et al.*, 2006). Uji ini dilakukan untuk mengukur kekerasan terhadap *flakes* dengan *test type: compression, trigger force: 5.0 g, target value: 1 mm, no. cycles: 1, test speed: 5 mm/s, probe type: ½ inch stainless*

spherical, hold time: 0 s, dan recovery time: 0 s. Pengaturan alat *Texture Profile Analyzer* menggunakan aplikasi dan kemudian dijalankan. Setelah itu *probe* akan bergerak dan menekan sampel hingga patah lalu didapatkan hasil dari pengujian menggunakan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tepung Cangkang Telur

Pembuatan tepung cangkang telur pada penelitian ini terdiri atas 1 faktor yaitu jenis cangkang (cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek). Pengeringan cangkang telur dilakukan pada suhu 60°C yang merupakan suhu pengeringan terbaik dalam pembuatan tepung menurut Rahmawati & Nisa (2015). Kadar air tepung cangkang telur ayam ($1,32 \pm 0,01\%$) dan tepung cangkang telur bebek ($0,76 \pm 0,03\%$) yang dihasilkan pada penelitian ini cukup rendah. Hasil yang diperoleh juga sesuai dengan hasil tepung cangkang telur yang diperoleh oleh Ali & Badawy (2017) yaitu $0,95 \pm 0,12\%$ dan $0,76 \pm 0,15\%$.

Nilai kadar air yang rendah menunjukkan bahwa proses pengeringan telah berjalan dengan baik sehingga tepung yang dihasilkan bersifat dan akan memiliki umur simpan yang panjang. Kadar air yang tinggi pada tepung dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi mikrobiologis dan degradasi kimia terhadap beberapa substansi

(Der-Jiun *et al.*, 2012). Rendemen yang dihasilkan untuk tepung cangkang telur ayam dan bebek adalah $79,21 \pm 0,68\%$ dan $80,97 \pm 0,45\%$. Hasil penelitian ini juga berada dalam range nilai rendemen Nurlaela *et al.* (2014), yakni sebesar 78,37-98,62%.

Hasil Analisis Kandungan Mineral Tepung Cangkang Telur

Hasil analisis kandungan mineral tepung cangkang telur ayam dan bebek dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan mineral tepung cangkang telur ayam dan bebek

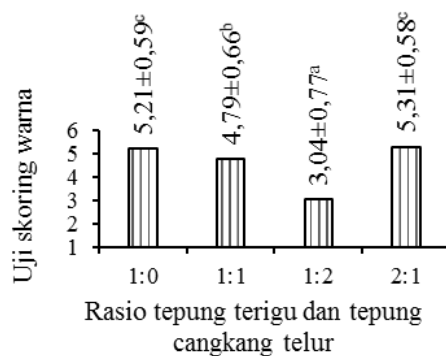
Tepung Cangkang Telur	Kandungan Mineral		
	Kalsium (mg/100 g)	Magnesium (mg/100g)	Fosfor (mg/g)
Ayam	$3540,99 \pm 0,16$	$286,50 \pm 0,43$	$848,64 \pm 0,33$
Bebek	$4001,42 \pm 0,99$	$67,56 \pm 0,34$	$1250,55 \pm 0,39$

Menurut Nurlaela *et al.* (2014), mineral bersifat stabil terhadap perlakuan selama proses pengolahan dari cangkang menjadi tepung. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa tepung cangkang telur bebek memiliki kandungan kalsium dan fosfor yang lebih tinggi dibandingkan dengan telur ayam. Sedangkan tepung cangkang telur ayam unggul dalam magnesium. Berdasarkan Tabel 1 tepung cangkang telur bebek merupakan tepung terpilih karena tingginya kandungan mineral kalsium dan fosfor. Selanjutnya tepung cangkang telur bebek ini akan diaplikasikan dalam dalam pembuatan *flakes*.

Penentuan Rasio Terbaik *Flakes* Berdasarkan Uji Organoleptik

Warna

Warna *flakes* diuji secara subjektif dengan uji organoleptik. Dari hasil uji statistik skoring, rasio konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1 menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa semakin tinggi substitusi tepung terigu dengan tepung cangkang telur bebek, semakin agak tidak berwarna kuning-kecoklatan. Hal ini disebabkan tepung cangkang telur bebek tidak memiliki warna yang tidak sepekat tepung lainnya.

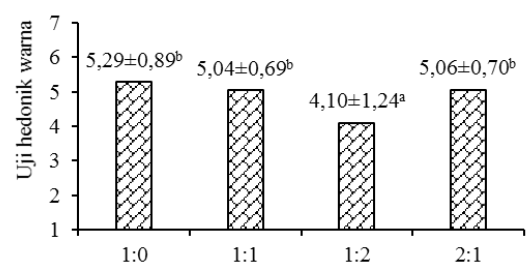


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak berwarna kuning-kecoklatan)-6 (sangat berwarna kuning-kecoklatan). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 3. Uji skoring terhadap warna *flakes*

Pada rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap warna ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 4, rasio 2:1 menghasilkan *flakes* yang paling

disukai oleh panelis. Pada rasio ini, komposisi tepung terigu lebih banyak sehingga *flakes* yang dihasilkan juga lebih disukai karena memiliki warna kuning-kecoklatan. Warna yang lebih tidak kuning-kecoklatan dianggap lebih pucat. Warna merupakan salah satu faktor yang penting karena memengaruhi persepsi awal konsumen (Mulyadi *et al.*, 2013).



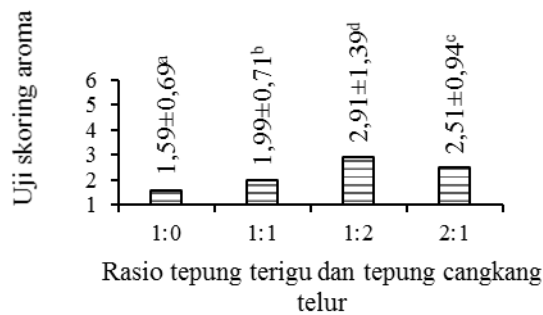
Rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur

Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 4. Uji hedonik terhadap warna *flakes*

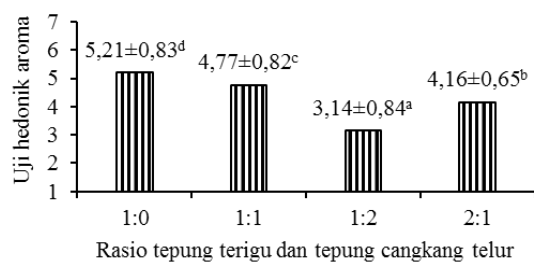
Aroma

Aroma *flakes* dianalisis secara subjektif dengan uji organoleptik. Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio tepung cangkang telur dalam formulasi *flakes*, semakin tercium aroma asing pada produk. *Flakes* yang dibuat dengan rasio 1:2 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur merupakan rasio yang memiliki intensitas aroma asing paling tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan tepung cangkang telur bebek berkontribusi terhadap aroma asing.



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak tercium aroma asing)-6 (sangat tercium aroma asing). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 5. Uji skoring terhadap aroma *flakes*

Pada rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap aroma ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 6, panelis cenderung paling menyukai konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:1.

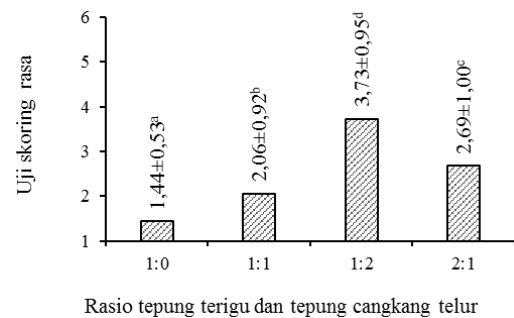


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 6. Uji hedonik terhadap aroma *flakes*

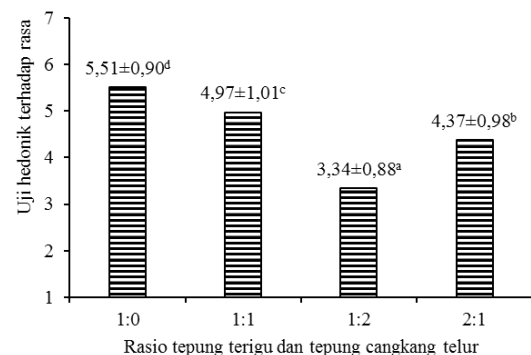
Rasa

Berdasarkan hasil uji statistik skoring, rasio konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1 menunjukkan perbedaan signifikan

($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 7, semakin tinggi rasio tepung cangkang telur yang ditambahkan, semakin terasa asing pada produk. Hal ini dapat dikatakan bahwa tepung cangkang telur bebek berkontribusi terhadap rasa asing. Hasil ini juga sejalan dengan skoring aroma (Gambar 5)



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak tercium aroma asing)-6 (sangat tercium aroma asing). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 7. Uji skoring terhadap rasa *flakes*



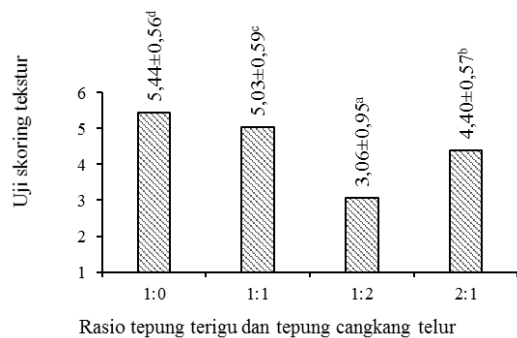
Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$
Gambar 8. Uji hedonik *flakes* terhadap rasa

Substitusi tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap rasa ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 8, panelis cenderung paling menyukai *flakes*

yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:1.

Tekstur

Rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, dan 2:1 menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0.05$) terhadap skoring tekstur. Berdasarkan Gambar 9, semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang telur yang ditambahkan, semakin tidak renyah produk. Hasil ini sesuai dengan Shuhadah & Supri (2009) yang menyatakan bahwa tepung cangkang telur bebek merupakan *hydrophilic filler* dimana air yang diabsorpsi lebih banyak, sehingga produk akhir yang dihasilkan akan lebih tidak renyah.

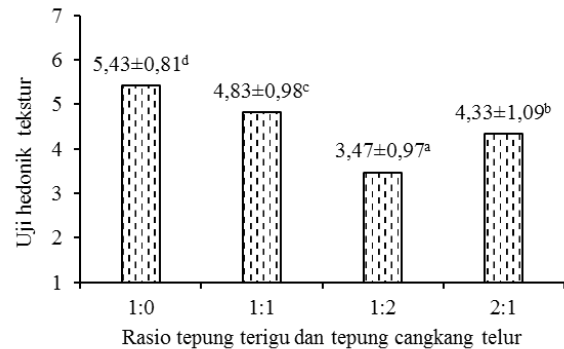


Keterangan: Skala 1 (sangat tidak renyah)-6 (sangat renyah). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 9. Uji skoring terhadap tekstur *flakes*

Rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap rasa ($p \leq 0,05$). Berdasarkan Gambar 10,

panelis cenderung paling menyukai *flakes* yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:1.



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 10. Uji hedonik terhadap tekstur *flakes*

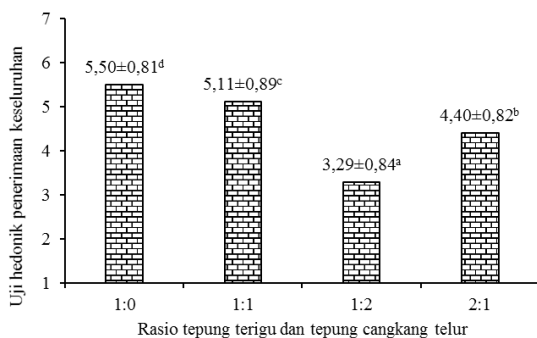
Penerimaan Keseluruhan *Flakes*

Flakes yang dibuat dengan menggunakan tepung terigu dan tepung cangkang telur pada rasio 1:0, 1:1, 1:2, 2:1 menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kesukaan panelis terhadap penerimaan keseluruhan keseluruhan ($p \leq 0,05$). Gambar 11 menunjukkan bahwa pada rasio 1:1 (tepung terigu: tepung cangkang telur) merupakan *flakes* yang paling disukai oleh panelis.

Pada rasio 1:2 dimana proporsi tepung cangkang telur lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu menyebabkan penurunan nilai penerimaan yang signifikan ($3,29 \pm 0,84$) dibandingkan dengan rasio lainnya. Nilai tersebut menunjukkan bahwa panelis agak tidak

menyukai *flakes* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh munculnya *mouthfeel* berpasir pada *flakes*.

Hal ini juga didukung oleh Ray *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa terjadi penurunan *mouthfeel* pada *chocolate cakes* yang difortifikasi dengan 9% tepung cangkang telur. Penurunan *mouthfeel* ini berkaitan adanya tekstur berpasir pada *cakes*. Selain itu, *cookies* yang dibuat dengan menggunakan campuran bubuk cangkang telur dan bubuk biji olive juga menghasilkan tekstur yang agak rapuh dan berpasir (Ermis *et al.*, 2020).



Keterangan: Skala 1 (sangat tidak suka)-7 (sangat suka). Notasi yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Gambar 11. Uji hedonik terhadap penerimaan keseluruhan *flakes*

Karakteristik Fisikokimia *Flakes* Terbaik

Berdasarkan uji organoleptik diperoleh bahwa rasio 1:1 antara tepung terigu dan tepung cangkang telur merupakan rasio terbaik yang digunakan dalam pembuatan *flakes*. *Flakes* dengan rasio

terbaik ini kemudian akan dianalisis fisik dan kimia. Analisis fisik meliputi analisis warna dan tekstur. Analisis kimia meliputi analisis proksimat dan analisis mineral.

Analisis Fisik *Flakes* Terbaik

Analisis fisik meliputi warna dan tekstur. Nilai $^{\circ}Hue$ *flakes* pada rasio tepung terigu dan tepung cangkang telur (1:1) terbaik adalah $89,09^{\circ}$. Menurut sistem warna *Munsell* dari Shevell (2003), nilai *Hue* pada range $54-90^{\circ}$ termasuk ke dalam warna *yellow red*. Hal ini terjadi karena adanya reaksi *Maillard* yang menyebabkan perubahan warna pada *flakes*. Reaksi ini disebabkan oleh antara karbohidrat yaitu gula pereduksi dan gugus amina primer dengan menghasilkan warna produk menjadi lebih coklat (Permana & Putri, 2015). *Lightness* dari *flakes* pada rasio terbaik ini adalah 85,87. Semakin mendekati 100 berarti produk semakin berwarna putih, oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa *flakes* yang dihasilkan memiliki tingkat kecerahan yang tinggi (Shevell, 2003).

Selain warna, *flakes* yang dibuat dengan rasio tepung terbaik juga akan dianalisis tingkat kekerasannya. Nilai kekerasan yang didapat adalah $8933,85 \pm 357,74$. Jika dibandingkan dengan tekstur *flakes* dengan rasio konsentrasi tepung terigu dan tepung cangkang telur 1:0

(kontrol), 1:2, dan 2:1, nilai kekerasan yang didapat berturut-turut adalah 2831,44±118,13, 11595, 71±328, 44, dan 3038,51±231,49. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa *flakes* dengan penggunaan tepung cangkang telur berkontribusi terhadap kekerasan *flakes*. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Shuhadah & Supri (2009), bahwa tepung cangkang telur bebek memiliki sifat *hydrophilic*. Oleh karena hal ini, produk yang dihasilkan menjadi lebih keras.

Analisis Proksimat *Flakes* Terbaik

Analisis proksimat meliputi kadar air, lemak, protein, abu, dan karbohidrat. *Flakes* terbaik pada penelitian ini memiliki kadar air sebesar 3,61±0,05%. Nilai kadar ini sudah sesuai dengan syarat mutu *flakes* yang dinilai dengan syarat mutu makanan ringan ekstrudat menurut SNI 2886:2015, yakni maksimum sebesar 4% (BSN, 2015).

Kadar lemak yang diperoleh pada *flakes* terbaik adalah 1,70±0,09%. Tepung cangkang telur juga memiliki kandungan lemak yang akan berkontribusi dalam kadar lemak pada *flakes*. Menurut BSN (2015), syarat mutu *flakes* yang dinilai dengan syarat mutu makanan ringan ekstrudat tanpa proses penggorengan adalah maksimum 30% dimana hasil penelitian ini sesuai dengan syarat mutu.

Flakes terbaik pada penelitian ini memiliki kadar protein sebesar 10,81±0,06%. Kandungan protein yang dalam *flakes* dipengaruhi oleh penggunaan *soft wheat flour* dan tepung cangkang telur yang secara teori memiliki kandungan protein sebesar 10-14% (Finnie & William, 2016) dan 2,95±0,29 (Ali & Badawy, 2017).

Menurut Susanti *et al.* (2017) kadar abu atau mineral tidak mudah menguap pada proses pembakaran dan jumlah kandungan abu dapat mempengaruhi warna tepung. Pada penelitian ini, kadar abu *flakes* yang dihasilkan sebesar 31,76±0,58%. Hasil yang diperoleh tersebut tidak sesuai dengan syarat mutu *flakes* yang dinilai dengan syarat mutu makanan ringan ekstrudat (BSN, 2015) yaitu maksimum 0,1%. Tepung cangkang telur bebek yang digunakan pada penelitian ini mengandung mineral seperti kalsium, magnesium, dan fosfor yang tinggi sehingga kadar abu pada *flakes* yang dibuat dengan tepung cangkang telur bebek juga memberikan kadar abu yang tinggi pula.

Kadar karbohidrat *flakes* yang diperoleh pada penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *by difference* yakni sebesar 52,12%. Menurut Susanti *et al.* (2017), karbohidrat berkontribusi terhadap hasil produk akhir struktur *flakes* ketika ditambahkan air atau susu. *Flakes* menjadi mudah menyerap air dan cepat mengembang.

Analisis Kandungan Mineral *Flakes* Terbaik

Analisis kandungan mineral yang dilakukan pada *flakes* terbaik meliputi kadar kalsium, magnesium, dan fosfor. Analisis mineral tersebut dilakukan dengan menggunakan metode ICP-OES. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa *flakes* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kandungan mineral yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *flakes* komersial yang berasal dari merk “Kellogg’s.” “Kellogg’s” merupakan salah satu jenis *corn flakes* yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Peningkatan kadar mineral dipengaruhi oleh adanya kontribusi dari tepung cangkang telur bebek yang digunakan sebagai salah satu bahan utama dalam pembuatan *flakes*.

Tabel 2. Hasil analisis kandungan mineral *flakes*

<i>Flakes</i>	Kandungan Mineral		
	Kalsium (mg/100 g)	Magnesium (mg/100 g)	Fosfor (mg/100 g)
Terpilih	253.93±0,2 1	36.91±0,22	138.35±0,6 2
“Kellogg’s” ” <i>corn flakes</i>	1,12±0,01	2,52±0,09	10,35±0,22

Mineral merupakan zat gizi mikro yang artinya diperlukan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Menurut Vilar *et al.* (2010), *daily intake* kalsium adalah 1000 mg, sedangkan menurut Zhang & Qiu (2018), *Recommended Dietary Allowance* (RDA) magnesium adalah 400-420 mg/hari untuk pria berusia 19-≥ 30 tahun dan 310-

320 mg/hari untuk wanita berusia 19-≥ 30 tahun. Menurut Gutiérrez *et al.* (2017), *Recommended Dietary Allowance* (RDA) untuk fosfor adalah 700-1250 mg/hari sesuai kebutuhan.

Kandungan mineral *flakes* pada penelitian ini mungkin belum dapat mencukupi asupan kebutuhan mineral, namun jika dibandingkan dengan mengonsumsi *flakes* komersial, *flakes* pada penelitian ini dapat memberikan *added-value* dengan adanya peningkatan kadar mineral yang cukup tinggi. Walaupun mineral hanya diperlukan dalam jumlah sedikit, namun mineral juga memegang peranan yang penting dalam metabolisme tubuh sehingga konsumsi produk yang mengandung mineral, apalagi dalam waktu yang rutin sangat diperlukan.

KESIMPULAN

Tepung cangkang telur terbaik yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah tepung cangkang telur bebek. Tepung cangkang telur bebek memiliki kadar kalsium (4001,42 mg/100g), magnesium (67,56 mg/100g), dan fosfor (1250,55) mg/kg sehingga berpotensi untuk diaplikasikan pada pembuatan *flakes*.

Substitusi tepung terigu dengan tepung cangkang telur bebek pada rasio 1:1 merupakan rasio terbaik dalam produksi *flakes* dari segi organoleptik. *Flakes* pada

rasio terbaik ini memiliki tingkat penerimaan netral hingga agak disukai pada atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan.

Flakes pada rasio terbaik ini memiliki nilai °Hue dan *lightness* masing-masing sebesar 89,09° dan 85.87. Selain itu, *flakes* terbaik ini memiliki kadar kalsium (253,93 mg/100 g), magnesium (36,91 mg/100 g), dan fosfor (138,35 mg/100 g).

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. & Badawy, W. Z. (2017). Utilization of eggshells by-product as a mineral source for fortification of bread strips. *Journal of Food and Dairy Science*, 8(11), 455-459.
- Aminah, S. & Meikawati, W. (2016). Calcium content and flour yield of poultry eggshell with acetic acid extraction. *The 4th University Research Colloquium* 2016: 49-53.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., & Roessler, E. B. (2013). *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Elsevier, United States of America.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Associations of Official Analytical Chemists*. AOAC Inc., Arlington.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of the Associations of Official Analytical Chemists*. AOAC Inc., Arlington.
- Badan Standarisasi Nasional [BSN]. (2015). *SNI 2886:2015 Makanan Ringan Ekstrudat*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Der-Jiun, O., Shahid, I. & Maznah, I. (2012). Proximate composition, nutritional attributes and mineral composition of *Peperomia pellucida* l. (ketumpangan air) grown in Malaysia, *Molecules*, 17, 11139-11145.
- Ermiş, E., Tuğla, B. K. & Külsoy, B. (2020). Effects of adding eggshell powder and olive seed powder to biscuit formulation on some quality properties. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(12), 2512-2517.
- Finnie, S., & William, A. A. (2016). *Wheat Flour*, 2nd ed. AACC International, Inc., New York.
- Gaurav, S. (2003). *Digital Color Imaging Handbook*. CRC Press, Boca Raton.
- Gutiérrez, O. M., Kalantar-Zadeh, K., & Mehrotra, R. (2017). *Clinical Aspects of Natural and Added Phosphorus in Foods*. Springer Science & Business Media, New York.
- Iqbal, M. & Tahlil, T. (2015). Makan pagi dan prestasi akademik pada anak usia sekolah di Banda Aceh. *Idea Nursing Journal*, 6(2), 7-11.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2006). *Sensory Evaluation Techniques*, 4th ed. CRC Press, Boca Raton.
- Mulyadi, A. F., Maligan, J. M., Wignyanto, & Hermansyah, R. (2013). Karakteristik organoleptik serbuk perisa alami dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*): kajian konsentrasi dekstrin dan suhu

- pengeringan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(3), 183-192.
- Nurlaela, A., Dewi, S. U., & Soejoko, D. S. (2014). Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam dan telur bebek sebagai sumber kalsium untuk sintesis mineral tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10, 81-85.
- Permana, R. A. & Putri W. D. R. (2015). Pengaruh proporsi jagung dan kacang merah serta substitusi bekatul terhadap karakteristik fisik kimia flakes. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 734-742.
- Ray, S., Barman, A. K., Roy, P. K. & Singh, B. K. (2017). Chicken eggshell powder as dietary calcium source in chocolate cakes. *The Pharma Innovation*, 6(9, Part A), 1.
- Saleha, N. M. (2016). *Optimasi formulasi flakes berbasis tepung ubi cilembu tepung tapioka serta tepung kacang hijau menggunakan aplikasi design expert metode mixture D-optimal*. Skripsi, Universitas Pasundan, Bandung.
- Saraswanti Indo Genetech (SIG), PT. (2019). *Instruksi Kerja (Dokumen Eksternal): Metode Uji Logam dan Mineral dalam Makanan, Pakan Ternak, Obat Herbal, dan Bahan Baku Secara ICP-OES No. 18-13-1/MU/SMM-SIG*. SIG Laboratory, Bogor.
- Shuhadah, S. & Supri, A. G. (2009). LDPE-Isophthalic acid-modified eggshell powder composites (LDPE/ESP1). *J. Physical Sci.*, 20(1), 87-98.
- Shevell, S. K. (2003). *The Science of Colour*, 2nd ed. Elsevier Inc., Italy.
- Susanti, I., Lubis, E. H., & Meilidayani, S. (2017). Flakes sarapan pagi berbasis mocaf dan tepung jagung. *Journal of Agro-based Industry*, 34(1), 44-52
- Rahmawati, W. A. & Nisa, F. C. (2015). Fortifikasi kalsium cangkang telur pada pembuatan cookies (kajian konsentrasi tepung cangkang telur dan baking powder). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), 1050-1061.
- Vilar, J. D. S., Sabaa-Srur, A. U. O., & Ruy, G. M. (2010). Chemical composition of chicken eggshell powder. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 28(2), 247-254.
- Vormann, J. (2003). Magnesium: nutrition and metabolism. *Molecular aspects of medicine*, 24(1-3), 27-37.
- Yonata, D., Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2017). Kadar kalsium dan karakteristik fisik tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2), 82-93.
- Zhang, Y. & Qiu, H. (2018). Dietary magnesium intake and hyperuricemia among US adults. *Nutrients*, 10(296), 31-42.